

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-225899

(43)Date of publication of application : 03.09.1996

(51)Int.Cl. C22C 38/00
C22C 38/00
C22C 27/06

(21)Application number : 07-318872

(71)Applicant : ABIKO KENJI

(22)Date of filing : 07.12.1995

(72)Inventor : ABIKO KENJI

(30)Priority

Priority number : 06320753 Priority date : 22.12.1994 Priority country : JP

(54) METAL HAVING EXCELLENT PLASTIC DEFORMABILITY IN TEMPERATURE RANGE OF RECRYSTALLIZATION TEMPERATURE OR BELOW**(57)Abstract:**

PURPOSE: To establish a technology of producing a metal having excellent plastic workability in the temp. range of the recrystallization or below.

CONSTITUTION: The total content of gaseous components in a solid solution state is regulated to, by weight, ≤ 50 ppm, and the dislocation density to $\leq 1 \times 10^{10}$ (1/cm²). Moreover, between the total content of the gaseous components in a solid solution state and the dislocation density, the relation of $\ln(d^2 \times C_{gi} \times \rho) + A \leq -20$ (where, d: the lattice constant (cm), C_{gi} : the total content (weight ratio ppm), ρ : the dislocation density (1/cm²), and A: the constant decided by crystal structures (body-centered cubic structure and body-centered tetragonal structure: 2, face-centered cubic structure: 0, and hexagonal close-packed structure: 1) is satisfied.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08225899 A**

(43) Date of publication of application: **03 . 09 . 96**

(51) Int. Cl. **C22C 38/00**
C22C 38/00
C22C 27/06

(21) Application number: **07318872**

(22) Date of filing: **07 . 12 . 95**

(30) Priority: **22 . 12 . 94 JP 06320753**

(71) Applicant: **ABIKO KENJI**

(72) Inventor: **ABIKO KENJI**

(54) **METAL HAVING EXCELLENT PLASTIC DEFORMABILITY IN TEMPERATURE RANGE OF RECRYSTALLIZATION TEMPERATURE OR BELOW**

(57) Abstract:

PURPOSE: To establish a technology of producing a metal having excellent plastic workability in the temp. range of the recrystallization or below.

CONSTITUTION: The total content of gaseous components in a solid solution state is regulated to, by weight, ≤ 50 ppm, and the dislocation density

to $\leq 1 \times 10^{10}$ (1/cm²). Moreover, between the total content of the gaseous components in a solid solution state and the dislocation density, the relation of $\ln(d^2 \times C_{gi} \times \rho) + A \leq -20$ (where, d: the lattice constant (cm), C_{gi} : the total content (weight ratio ppm), ρ : the dislocation density (1/cm²), and A: the constant decided by crystal structures (body-centered cubic structure and body-centered tetragonal structure: 2, face-centered cubic structure: 0, and hexagonal close-packed structure: 1) is satisfied.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-225899

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2		C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z
	3 0 1			3 0 1 A
27/06			27/06	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平7-318872	(71)出願人	594208536 安彦 兼次 宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号
(22)出願日	平成7年(1995)12月7日	(72)発明者	安彦 兼次 宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号
(31)優先権主張番号	特願平6-320753	(74)代理人	弁理士 小川 順三 (外1名)
(32)優先日	平6(1994)12月22日		
(33)優先権主張国	日本(J P)		

(54)【発明の名称】 再結晶温度以下の温度範囲において優れた塑性変形能を有する金属

(57)【要約】

【目的】 再結晶温度以下の温度範囲において優れた塑性加工性を有する金属の製造技術を確立する。

【構成】 固溶状態にあるガス成分の合計量を重量比にして50ppm以下、かつ、転位密度を 1×10^{10} ($1 / \text{cm}^2$)以下とする。さらに、固溶状態にあるガス成分の合計量と転位密度との間に

$$\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A \leq -2.0 \quad \text{ただし、}$$

d: 格子定数 (cm)

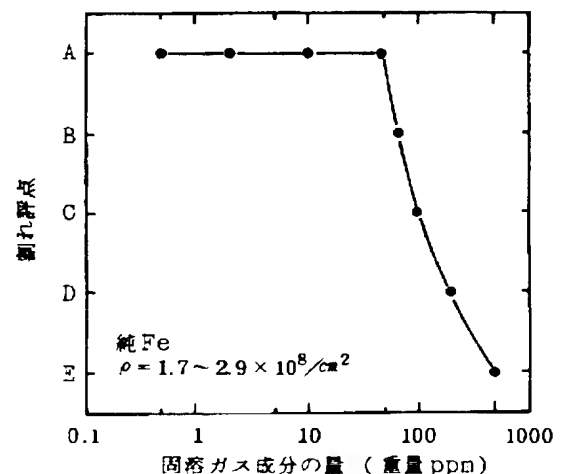
C_g : 固溶状態にあるガス成分の合計量 (重量比 ppm)

ρ : 転位密度 ($1 / \text{cm}^2$)

A: 結晶構造によって定まる定数 (体心立方構造および体心正方構造: 2、面心立方構造: 0、稠密六方構造: 1)

の関係を満足させる。

評点 A: 全く割れなし C: 割れ発生小 E: 割れ発生大
B: 微小割れ発生 D: 割れ発生中



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固溶状態にあるガス成分の合計量が重量比にして50ppm以下、かつ、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下であることを特徴とする再結晶温度以下の温度範囲において優れた塑性変形能を有する金属。

【請求項2】 固溶状態にあるガス成分の合計量が重量比にして50ppm以下、かつ、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下であり、さらに、固溶状態にあるガス成分の合計量と転位密度との間に下記式：

$$\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A \leq -20$$

ただし、

d：格子定数 (cm)

C_g ：固溶状態にあるガス成分の合計量 (重量比 ppm)

ρ ：転位密度 ($1/\text{cm}^2$)

A：結晶構造によって定まる定数 (体心立方構造および体心正方構造：2、面心立方構造：0、稠密六方構造：1)

の関係を有することを特徴とする再結晶温度以下の温度範囲において優れた塑性変形能を有する金属。

【請求項3】 Crを15～60wt%、かつCr以外の置換型固溶強化元素を1～15wt%含有し、残部がFeおよび不可避の不純物からなる請求項1または請求項2に記載の金属。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、再結晶温度以下において優れた変形能を発揮する金属 (各種の純金属および合金) に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 金属は、一般に、それぞれの固有の特性 (物理的特性、化学的特性等) を有しているものの、延性、展性などの加工上の特性が良好であるという共通した性質を備えており、工業用材料として多方面で使用されている。そして、金属を用いた種々の製品や部品は、一般に、金属が元来有しているこのような特性を生かして、多かれ少なかれ各種の塑性加工 (以下、単に「加工」と略記する)、例えば曲げ、圧延、線引き、絞りおよび張出しなどの加工を、単独または組み合わせて施すことによって製造される。このような加工は、その加工温度によって冷間加工、温間加工および熱間加工に大別され、特に、冷間加工および温間加工は、省エネルギー、表面性状、加工精度などの点から熱間加工よりも有利である。

【0003】 しかしながら、冷間加工あるいは温間加工は、いずれも金属の再結晶温度以下の温度範囲における加工であるので、加工時の再結晶が期待されず、加工の進行につれていわゆる加工硬化現象のために変形能が低下し、加工に起因する欠陥を生じ、所望の製品を製造す

ることが困難となったり、最終製品に至までに中間熱処理を必要とするなどの問題があった。

【0004】 ところで、これまでに、金属の再結晶温度以下の温度範囲における塑性変形能 (以下、単に「変形能」と略記する。) は、加工変形時のすべり系の数と質、転位の移動度と増殖形態、あるいは、それらと不純物元素との相互作用に依存していることが示されている。しかし、上記の変形能支配要因については、未だ、十分に解明されているとはいいがたく、これまでに説明されている要因の多くは、推察や予想の域を脱していないのが実情であった。このため、再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を普遍的に得るための金属の製造技術は存在しなかったといつてよく、所望の特性を得るまでには、試行錯誤に頼り、多くの労力と時間を費やしていた。このため、再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を有する金属の製造技術の出現が強く望まれていた。

【0005】 一方、最近の産業や工業技術の進歩に伴って、高温において高強度を有する金属材料もますます要望されるようになってきた。しかし、従来から用いられていた高温用材料は、Ni基、Mo基、W基の合金が主であったので、材料価格が非常に高価になるばかりか、Ni基合金などでは熱膨張係数が大きいといった実用上の障害もあった。しかも、これらの合金は冷間加工や温間加工が困難であるという問題もあった。したがって、上述したごとき、再結晶温度以下の温度範囲における優れた変形能を有し、さらに、高温強度が高く、かつ安価な金属の製造技術の出現が強く望まれていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、本発明の目的は、上記既知技術が抱えている上述した問題を惹起することのないよう、再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を有する金属の製造技術を確立することにある。また、本発明の他の目的は、再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を有し、しかも安価で、高温強度にも優れる金属の製造技術を確立することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 さて、上掲の目的の実現に向けて鋭意研究した結果、発明者らは、金属中に固溶状態にあるガス成分の量と転位密度、さらに、これらの間の相互の関係について鋭意研究を行った結果、これらを適正な範囲に制御すれば、優れた変形能を得ることが可能になることを見だし、本発明を完成するに至った。

【0008】 本発明は、上記の知見を具体化した下記の構成を要旨とするものである。

(1) 固溶状態にあるガス成分の合計量が重量比にして50ppm以下、かつ、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下であることを特徴とする再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を有する金属。

【0009】(2) 固溶状態にあるガス成分の合計量が重量比にして50ppm以下、かつ、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下であり、さらに、固溶状態にあるガス成分の合計量と転位密度との間に下記式：

$$\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A \leq -20 \quad \text{ただし、}$$

d：格子定数 (cm)

C_g ：固溶状態にあるガス成分の合計量 (重量比 ppm)

ρ ：転位密度 ($1/\text{cm}^2$)

A：結晶構造によって定まる定数 (体心立方構造および体心正方構造：2、面心立方構造：0、稠密六方構造：1)

の関係を有することを特徴とする再結晶温度以下の温度範囲において優れた変形能を有する金属。

【0010】(3) Crを15～60wt%、置換型固溶強化元素 (ただし、Crを除く。) を1～15wt%含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる上記(1)または(2)に記載の金属。

【0011】

【発明の実施の形態】まず、本発明を想到する契機となった実験について説明し、併せて本発明の構成を明らかにする。

【0012】・実験1

原料の純度および溶解条件を変化させることにより、固溶状態にあるガス成分の合計量 (以下、単に「固溶ガス成分量」と略記する) が異なる純鉄を溶製し、板厚4mmまで熱間圧延したのち、焼鈍 (830℃) し、次いで、中間焼鈍することなしに板厚0.2mmまで冷間圧延した。この冷延板の転位密度は $1.7 \sim 2.9 \times 10^8 / \text{cm}^2$ の範囲にあった。得られた冷延板の表面を観察し、割れ発生の程度により変形能を評価した。この割れ発生程度と固溶ガス成分量との関係を図1に示す。図1から、固溶ガス成分量を50重量ppm以下にすることにより、割れは全く見られず、良好な変形能を示すことがわかる。なお、ここで、固溶ガス成分量は、試料に含まれる全ガス成分量から介在物抽出分析により得られる炭化物、窒化物、硫化物および酸化物などの抽出ガス成分量を差し引いて求めた。すなわち、固溶ガス成分の合計量=全 (C+N+S+O) - 介在物としての (C+N+S+O) で求めた。また、転位密度は、透過型電子顕微鏡により100視野観察し、単位面積当たりの転位の数の平均値を用いた。

【0013】・実験2

固溶ガス成分量が35重量ppmであるFe-16wt%Cr合金を溶製し、板厚5mmまで熱間圧延したのち、焼鈍 (850℃) し、次いで、1パス当たりの圧下率を変化させて転位密度を調整して、中間焼鈍することなしに合計圧下率95%の冷間圧延を行った。得られた冷延板の表面を観察し、割れ発生の程度により変形能を評価した。この割れ発生程度と転位密度との関係を図2に示

す。図2から、転位密度を 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下にすることにより、割れは全く発生せず、良好な変形能を示すことがわかる。なお、固溶ガス成分量および転位密度は、いずれも実験1の方法と同様にして求めた。

【0014】・実験3

固溶ガス成分量を実験1と同様な手法により種々のレベルに調整 (7～43重量ppm) した、純Fe、Fe-30wt%Cr、Fe-50wt%Cr、Fe-50wt%Cr-8wt%W、Fe-42wt%NiおよびCuについて、5mmφの丸棒から、実験2と同様な手法により転位密度を調整 ($6.2 \times 10^7 \sim 3.5 \times 10^9 / \text{cm}^2$) して、0.4mmφまで冷間線引き加工を行った。

なお、固溶ガス成分量および転位密度は、いずれも実験1および実験2の方法と同様にして求めた。このようにして得られた加工線材の表面観察により割れを観察し変形能を評価した。この実験において、データの整理方法について種々検討したところ、結晶構造により定まる定数と格子定数とを新たに取り入れたパラメータにより整理すれば、金属の種類の如何にかかわらず変形能の評価と良好な対応が得られることを見出した。図3は、このような知見から、割れ評点と $\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A$ との関係を示したものである。ここで、d、 C_g 、 ρ およびAは、

d：格子定数 (cm)

C_g ：固溶ガス成分量 (重量比 ppm)

ρ ：転位密度 ($1/\text{cm}^2$)

A：結晶構造によって定まる定数 (体心立方構造および体心正方構造：2、面心立方構造：0、稠密六方構造：1)

を表す。図3から、固溶ガス成分量が50重量ppm以下、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下で、かつ固溶ガス成分量と転位密度との間に、

$$\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A \leq -20$$

の関係がある場合には、金属の種類に係わらず、良好な変形能を示すことがわかる。

【0015】上記各実験の加工は全て冷間加工であったが、温間加工の場合にも全く同じ傾向があることを確認した。このことから、本発明は、冷間加工および温間加工を含む、いわゆる再結晶温度域以下の温度範囲における加工における変形能の改善に有効であることがわかった。

【0016】以上の実験結果から、再結晶温度域以下の温度範囲における変形能改善のためには、固溶ガス成分量が50重量ppm以下、かつ、転位密度が 1×10^{10} ($1/\text{cm}^2$) 以下が必要であり、さらに、固溶状態にあるガス成分の合計量と転位密度との間に、

$$\ln(d^2 \times C_g \times \rho) + A \leq -20$$

の関係を満足させることにより、より好ましい結果を得ることができることが示された。

【0017】以上得られた実験結果により、金属の変

形能は、転位の移動のし易さに依存し、転位の移動はその障害となるC、N、SおよびOなどの固溶ガス成分と関係し、転位密度や固溶ガス成分が多いほど、転位とC、N、SおよびOなどの固溶元素との相互作用の発生確率が高まり、結果として変形能の低下を招くことで説明される。なお、このような固溶ガス成分のほか、炭化物や、窒化物などの析出物も、転位の移動の妨げになりうるので、これらの析出物量も少ないほうが好ましい。以上の実験結果で明らかなように、変形能は、結晶構造と格子定数を加味すれば、統一的に整理されるので、金属の種類に係わらず適用でき、Fe系、Cu系、Al系、Au系、Fe-Cr系、Fe-Ni系、Fe-Al系、Fe-Cr-Al系、Fe-Cr-Cu系、Fe-Ni-Cu系、Fe-Cr-W系、Fe-Cr-Mo系、Fe-Cr-Nb系、Al-Cu系、Au-Ag系など工業用材料として通常使用される金属すべてに適用可能である。

【0018】本発明が適用できる上記金属のうち、さらに良好な高温強度をも必要とする場合には、Crを15～60wt%、かつCr以外の置換型固溶強化元素を1～15wt%含有し、残部をFeおよび不可避免の不純物としたものが特性的にも経済的にも特に好ましい。なぜなら、高温材料としての耐酸化性を維持するためには、少なくとも15wt%のCrを添加する必要があるが、60wt%を超えて添加してもその効果は飽和して経済的に不利となるからである。また、高温強度を高めるためには、Mo、W、Nb、Ta、Zrなどの置換型の固溶強化元素を添加することが極めて有効である。この高温強度は、これらの置換型固溶強化元素を1wt%以上添加することにより得られるが、15wt%を超えて添加すると、これら元素とFeとの金属間化合物を生成し、十分な高温延性が得られなくなる。このため、置換型固溶強化元素はこれらの1種または2種以上を1～15wt%の範囲で添加すればよい。

【0019】本発明に従う金属を製造するにあたり、固溶ガス成分量を所望量以下に抑制するためには、特に、原料の純度や溶製時のコンタミネーションの防止に留意することが必要であり、例えば、水冷銅ルツボを用いたスカル真空溶解などの方法を採用すればよい。また、転位密度を所望量以下に抑制するためには、特に、焼きなまし 40の温度、時間に留意することが必要であり、例えば、Fe系では700℃以上の高温焼きなましを行うな*

* どの方法を採用すればよい。

【0020】なお、本発明に従う金属を加工する場合の、加工対象物の形状については、特に定める必要はなく、板状、球状、管状、棒状、線状、粉末状などあらゆる形状のものに適用できる。

【0021】

【実施例】表1に示す化学組成の純Fe、Fe-Cr合金、Fe-Ni合金、Fe-Cr-W合金、Fe-Cr-Mo合金およびFe-Cr-Nb合金を溶製した。これらの溶製には、原料として超高純度電解鉄（純度99.998wt%）、高純度クロム（純度99.95wt%）、高純度Ni（純度99.95wt%）、高純度Mo（純度99.95wt%）、高純度W（純度99.95wt%）および高純度Nb（純度99.95wt%）を使用し、水冷銅ルツボを用いスカル溶解法を採用した。また、固溶ガス成分量の調整は、溶製時の雰囲気をも、10⁻⁶torr以下の高真空中、500mmtorrのArガスにすること、使用原料を、N源としてCrN、C源としてFe-C合金、S源として試薬S剤を用いること等によって行った。このインゴットを加熱後、板厚15mmまで熱間圧延し、次いで、この熱延板を2分割し、冷間加工により、一方は8mm厚の板に、他方は8mmφの棒にし、焼鈍したのち変形能試験に供した。また、一部の供試材については、上記8mmφの丸棒から、平行部3mmφの丸棒引張試験片を採取し、高温強度を測定した。

【0022】供試材の固溶ガス成分量、転位密度、格子定数および $1/n(d^2 \times C_s \times \rho) + A$ などの値を合わせて表1に示す。なお、固溶ガス成分量は、試料に含まれる全ガス成分量から介在物抽出分析により得られる炭化物、窒化物、硫化物および酸化物などの抽出ガス成分量を差し引いて求めた。すなわち、固溶ガス成分の合計量=全(C+N+S+O)-介在物としての(C+N+S+O)により求めた。また、転位密度は、透過型電子顕微鏡により100視野観察し、単位面積当たりの転位の数の平均値を用いた。さらに、Fe-Cr、Fe-Cr-W、Fe-Cr-MoおよびFe-Cr-Nbの各合金の格子定数として α -Feの値を、またFe-Ni合金の格子定数としては γ -Feの値を、それぞれ便宜的に用いた。

【0023】

【表1】

試料 No	金属の種類	格子定数 d (10^{-8} cm)	定数 A	固溶ガス成分量 C_{gas} (重量 ppm)	転移密度 ρ (10^{-8} cm $^{-2}$)	$\ln(d^3 \times C_{\text{gas}} \times \rho) + A$	備 考
1	純 Fe	2.87	2	42.0	1.3	-24.1	発明例
2	純 Fe	2.87	2	2.0	8.0	25.4	発明例
3	純 Fe	2.87	2	35.0	4.2	-23.1	発明例
4	純 Fe	2.87	2	61.0	7.6	-22.0	比較例
5	純 Fe	2.87	2	151.0	2.2	-22.3	比較例
6	Fe-16%Cr	2.87	2	44.0	5.1	-22.7	発明例
7	Fe-30%Cr	2.87	2	27.0	19.0	-21.9	発明例
8	Fe-50%Cr	2.87	2	9.1	2.6	-25.0	発明例
9	Fe-50%Cr	2.87	2	18.5	1.7	-24.7	発明例
10	Fe-30%Cr	2.87	2	15.0	107.0	-20.7	比較例
11	Fe-50%Cr	2.87	2	122.0	1.4	-23.0	比較例
12	Fe-42%Ni	3.65	0	4.2	2.2	-27.4	発明例
13	Fe-42%Ni	3.65	0	38.0	6.1	-24.2	発明例
14	Fe-42%Ni	3.65	0	71.0	96.0	-20.8	比較例
15	Fe-42%Ni	3.65	0	202.0	3.3	-23.1	比較例
16	Fe-50%Cr-8%W	2.87	2	12.7	1.9	-24.9	発明例
17	Fe-50%Cr-12%W	2.87	2	18.8	0.7	-25.6	発明例
18	Fe-30%Cr-7%Nb	2.87	2	14.5	1.6	-25.0	発明例
19	Fe-30%Cr-5%Mo	2.87	2	33.7	1.3	-24.3	発明例
20	Fe-50%Cr-8%W	2.87	2	70.2	1.9	-23.2	比較例
21	Fe-50%Cr-4.5%W	2.87	2	18.8	122.0	-20.4	比較例
22	Fe-30%Cr-3%W	2.87	2	88.9	19.8	-20.7	比較例

【0024】変形能試験は下記の①と、より過酷な加工条件である、②の2とおりの方法によった。

①板厚8mmのものを中間焼鈍することなく0.2mmまで冷間板圧延する。

②8mmφの丸棒を、潤滑油として鉱物油を用いて0.4mmまで冷間線引き加工する。

* また、高温強度は、平行部3mmφの丸棒引張試験片を用い、800℃および900℃における引張試験から求めた。以上の変形能試験および高温引張試験の結果を、表2にまとめて示す。

【0025】

【表2】

*

試料 No	金属の種類	塑性加工性		高温強度 (MPa)		備 考
		板圧延	線引き加工	800℃	900℃	
1	純Fe	割れなし	割れなし	—	—	発明例
2	純Fe	割れなし	割れなし	—	—	発明例
3	純Fe	割れなし	割れなし	—	—	発明例
4	純Fe	割れなし	割れ 小	—	—	比較例
5	純Fe	割れ 大	割れ 大	—	—	比較例
6	Fe-16%Cr	割れなし	割れなし	—	—	発明例
7	Fe-30%Cr	割れなし	割れなし	40	25	発明例
8	Fe-50%Cr	割れなし	割れなし	100	40	発明例
9	Fe-50%Cr	割れなし	割れなし	—	—	発明例
10	Fe-30%Cr	割れなし	割れ 小	—	—	比較例
11	Fe-50%Cr	割れ 小	割れ 大	—	—	比較例
12	Fe-42%Ni	割れなし	割れなし	—	—	発明例
13	Fe-42%Ni	割れなし	割れなし	—	—	発明例
14	Fe-42%Ni	割れなし	割れ 小	—	—	比較例
15	Fe-42%Ni	割れ 小	割れ 大	—	—	比較例
16	Fe-50%Cr-8%W	割れなし	割れなし	260	240	発明例
17	Fe-50%Cr-12%W	割れなし	割れなし	390	370	発明例
18	Fe-30%Cr-7%Nb	割れなし	割れなし	130	110	発明例
19	Fe-30%Cr-5%Mo	割れなし	割れなし	130	100	発明例
20	Fe-50%Cr-8%W	割れ 大	割れ 大	250	230	比較例
21	Fe-50%Cr-4.5%W	割れ 大	割れ 大	180	160	比較例
22	Fe-30%Cr-3%W	割れ 大	割れ 大	110	90	比較例

【0026】表2から、発明例では、いずれの変形能試験によっても加工後の供試材表面に割れは見られず、良好な変形能が得られた。しかも、Fe-Cr-W、Fe-Cr-MoおよびFe-Cr-NbなどFe-Cr系に置換型固溶強化元素を適正量添加することにより、優れた高温強度が得られることがわかる。これに対し、比較例では程度の差はあるものの、いずれにも割れが発生しており、変形能が劣っていることがわかる。

【0027】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、金属の変形能、とりわけ再結晶温度以下の温度範囲における塑性変形能が著しく改善される。これにより、難加工製品への金属の適用を広げることが可能となるほか、中間*

*焼鈍省略による省エネルギーが可能になるなど産業への寄与は極めて大きいものがある。また、本発明によれば、再結晶温度以下の温度範囲における塑性変形能に加えて、高温強度も経済的に改善されるので、高温高強度が必要な難加工製品への金属の適用が可能となる。

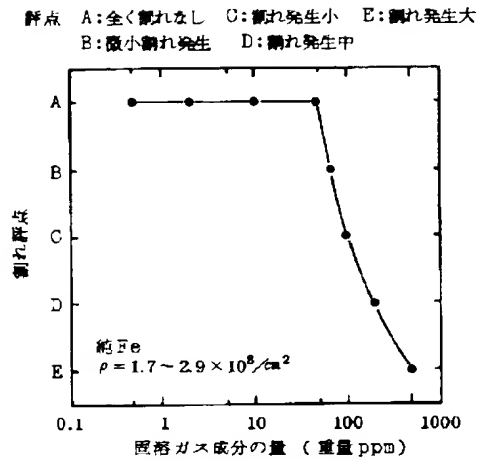
【図面の簡単な説明】

【図1】固溶ガス成分量と塑性変形能との関係を示すグラフである。

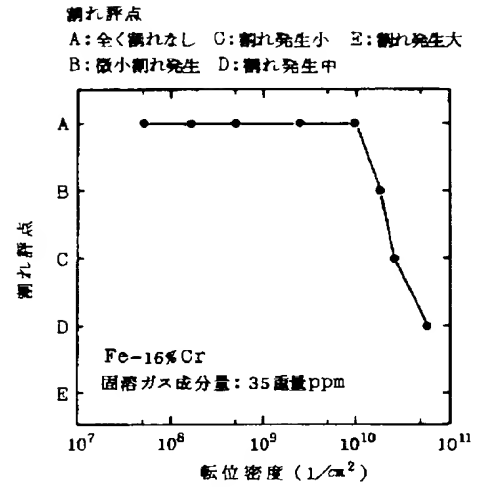
【図2】転移密度と塑性変形能との関係を示すグラフである。

【図3】 $1/n \cdot (d^2 \times C_s \times \rho) \cdot A$ と塑性変形能との関係を示すグラフである。

【図1】



【図2】



【図3】

